

#4

PATENT
81790.0211

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

Koichi GEN-EI et al.

Serial No: 09/954,475

Filed: September 14, 2001

For: SEMICONDUCTOR LASER DEVICE
WHICH REMOVES INFLUENCES FROM
RETURNING LIGHT OF THREE BEAMS
AND A METHOD OF MANUFACTURING
THE SAME

COPY OF PAPERS
ORIGINALLY FILED

Art Unit: 2881

Examiner: Not assigned

I hereby certify that this correspondence
is being deposited with the United States
Postal Service with sufficient postage as
first class mail in an envelope addressed
to:

Commissioner for Patents
Washington D.C. 20231, on

October 25, 2001

Date of Deposit

Lawrence J. McClure

Name

Signature

Lawrence J. McClure 10/25/01

Date

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of Japanese patent application No. 2000-282852 which was filed September 19, 2000, from which priority is claimed under 35 U.S.C. § 119 and Rule 55.

Acknowledgment of the priority document(s) is respectfully requested to ensure that the subject information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

HOGAN & HARTSON L.L.P.

By: *Lawrence J. McClure*

Lawrence J. McClure
Registration No. 44,228
Attorney for Applicant(s)

500 South Grand Avenue, Suite 1900
Los Angeles, California 90071
Telephone: 213-337-6700
Facsimile: 213-337-6701



日本特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

45

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2000年 9月19日

出願番号
Application Number:

特願2000-282852

出願人
Applicant(s):

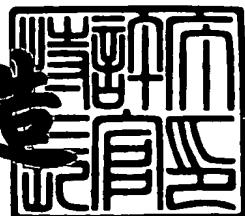
株式会社東芝
東芝電子エンジニアリング株式会社

COPY OF PAPERS
ORIGINALLY FILED

2001年 5月30日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3047454

【書類名】 特許願

【整理番号】 46B0062191

【提出日】 平成12年 9月19日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01S 3/18
H01L 21/301

【発明の名称】 半導体レーザ装置及びその製造方法

【請求項の数】 9

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝
マイクロエレクトロニクスセンター内

【氏名】 玄永 康一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝
マイクロエレクトロニクスセンター内

【氏名】 福岡 和雄

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝
マイクロエレクトロニクスセンター内

【氏名】 飯田 清次

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区日進町7番地1 東芝電子エンジニアリング株式会社内

【氏名】 岡田 真琴

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【電話番号】 03-3457-2512

【特許出願人】

【識別番号】 000221339
【氏名又は名称】 東芝電子エンジニアリング株式会社
【電話番号】 044-200-5800

【代理人】

【識別番号】 100097629

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹村 壽
【電話番号】 03-3843-4628

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004961
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【フルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザ装置及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 メインビーム及びこのメインビームの位置ずれを補正するサブビームを有する3ビームを回折格子によって発生させるレーザビームを出射する半導体レーザチップと、

前記半導体レーザチップを支持するサブマウントとを備え、

前記サブマウントは、少なくとも1つの側面を有し、その側面の1つは、このサブマウントの平面と実質的に垂直であり、且つ前記半導体レーザチップのレーザビームが出射される側面の直下にあって、この出射側面とは3度以上30度以下の角度で傾斜していることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項2】 メインビーム及びこのメインビームの位置ずれを補正するサブビームを有する3ビームを回折格子によって発生させるレーザビームを出射する少なくとも2つの発光部を備えた半導体レーザチップと、

前記半導体レーザチップを支持するサブマウントとを備え、

前記サブマウントは、少なくとも1つの側面を有し、その側面の1つは、このサブマウントの平面と実質的に垂直であり、且つ前記半導体レーザチップのレーザビームが出射される側面の直下にあって、この出射側面とは3度以上30度以下の角度で傾斜していることを特徴とする半導体レーザ装置。

【請求項3】 前記少なくとも2つの発光部は、それぞれ特定の波長のレーザビームを出射することを特徴とする請求項2に記載の半導体レーザ装置。

【請求項4】 前記半導体レーザチップは、実質的に矩形もしくは正方形であることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の半導体レーザ装置。

【請求項5】 前記半導体レーザチップの厚さは、60～150μmであることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の半導体レーザ装置。

【請求項6】 前記サブマウントの平面形状は、実質的に矩形もしくは正方形であること特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の半導体レーザ装置。

【請求項7】 前記サブマウントの平面形状は、平行四辺形であることを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の半導体レーザ装置。

【請求項8】 前記平行四辺形の角度の1つは、前記傾斜している角度の補角の1/2であることを特徴とする請求項7に記載の半導体レーザ装置。

【請求項9】 サブマウント基板を用意する工程と、

前記サブマウント基板をダイシングすることにより複数のサブマウントを形成する工程と、

前記サブマウントに半導体レーザチップを搭載して請求項1乃至請求項8のいずれかに記載の半導体レーザ装置を形成する工程とを備えたことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体レーザ装置、とくにトラッキングサーボ方式に3ビーム法を用いる光ピックアップに用いられる半導体レーザ素子を含有する半導体レーザ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

CD-ROM (Compact Disk-Read Only Memory) はパーソナルコンピュータ(PC)用読み取り記録媒体として必須のものとなっている。光ディスクのための光ピックアップにおけるトラッキング制御には3ビーム法と呼ばれる方式が一般的に用いられている。図6は、3ビーム法光学系の概念図である。半導体レーザ素子から出射されたレーザビーム601から回折格子602によって0次、1次、-1次の回折光を発生させる。それぞれの回折光は、コリメータレンズ603と対物レンズ605を通り、メインビーム606及び前後のサブビーム607、608の3ビームとして光ディスク610上に焦点を結ぶ。それぞれの光ディスク610の反射光は、再び対物タレンズ605を経由してハーフミラー604で反射してパターン化された受光PD611に入射する。それぞれの受光PD611に生ずる光電流を演算し、ビームの位置ずれを計算してフィードバックすること

によりメインビーム606をトラック609に追隨させるように制御する。

【0003】

3ビーム法によるトラッキング制御は、追隨範囲が広く、ディスクの濃淡や位相の制限がなく、ディスクの出来上がりばらつきの影響が少ないため、読取型の汎用光ピックアップとして好適である。しかし、この方式では、図7に示すように、サブビームの戻り光の問題が潜在している。

すなわち、図7に示すように、2本のサブビームのディスクにおける反射光の一部が半導体レーザチップ（以下、LDチップという）701の発光点702の上下、距離dの位置に戻ってきてしまう（以下、これを3ビーム戻り光という）。例えば、サブマウント側にこの3ビーム戻り光705が戻ってくると、LDチップ701が搭載されたサブマウント704の側面で再びビームが反射され、3ビーム戻り光反射光707となって再び光学系に混入し、場合によってはトラッキングエラーを引き起こすことがある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

このような問題を解決するため、従来、図8に示すような形状のサブマウントを用いていた。このサブマウント801は、LDチップ701のレーザビーム出射側面808の直下にあるサブマウント側面を3つの部分に分けて形成されている。サブマウント側面上部をサブマウント上面802に対し垂直に形成し、3ビーム戻り光705が戻る発光点から距離d（図7参照）の点近傍の側面を角度θに傾斜させ、サブマウント下部側面を下面に対し垂直に形成した形状となっている。サブマウント側面の傾斜部分では、3ビーム戻り光705が傾斜角度θに応じてビーム方向を曲げて反射される。たとえば、レーザービーム出射側面808に垂直な方向に戻ってきた戻り光705は、Snellの法則により、ビーム方向が2θ曲げられて戻り光反射光707となることになる。CD用のコメリータレンズのNA（Numerical Aperture）は、0.1程度であり、 $NA = n \times \sin \phi$ の関係式を用いると見込み半値角は、約5.7度となる。このとき前記傾斜角度θが3度以上であれば、サブマウント側面で反射された戻り光がコリメータレンズ603（図6参照）に入射し、光学系に混入することが避けられる。このよ

うに、コリメータレンズのNAに応じた角度の傾斜をレーザビーム出射側面808直下のサブマウント801の側面に設けることによって3ビーム光学系戻り光の対策を行っていた。

【0005】

3ビーム光学系戻り光対策だけのためなら、前記サブマウント側面全体を傾斜させればよい。しかし、サブマウントを金属製システムにダイボンディングしたり、LDチップをサブマウントにダイボンディングする場合に光軸方向の位置を精密に設定する必要があり、LDチップのレーザビーム出射側面を位置合わせ用ピンに突き当てるという操作を行うため、サブマウント側面の上部と下部の一定面積をサブマウント上面に対して垂直な平坦部として形成している。つまり、図8に示すサブマウント側面の一部にのみ傾斜角を形成することは必要にせまられて行っているのである。

【0006】

このサブマウントは、図9のようなダイシング工程によって形成される。まず、サブマウント基板901に対して、図9(a)に示されるV字型ブレード901により部分的な切削を行い、レーザビーム出射側のサブマウント上部の垂直部分と傾斜部分を形成する。次に、図9(b)に示されるように、通常のブレード903による切削を行い、個々の1つの側面に部分的に傾斜面を有するサブマウント904を分離する。このとき同時にレーザビーム出射側のサブマウント側面下部の垂直部分が形成される。この構造ではピンの突き当てを行うための2箇所の平坦部高さa及びe、3ビーム戻り光対策のための傾斜部の高さb、奥行cに対してそれぞれの寸法精度を $10\mu m$ 程度と高い精度で形成しなければならない。このため、部分切削時のブレードの平面方向、深さ方向の精密な位置制御を行い、且つ通常のブレードでの切削時に部分切削部分との精密な位置合わせを行うことが必要である。さらに、V字型ブレードは切削を続けていくと摩耗により形状が変化する。この摩耗の度合いに合わせて、切削時の深さを変化させて所要の傾斜部寸法に適合するという煩雑な調整作業も必要になる。

【0007】

以上述べたように、図8の構造のサブマウントは、その実現のために、非常に

複雑で、再現性に乏しい作製作業が必要でコスト低減が難しいものであり、半導体レーザ装置自体のコスト低減の大きな障害となっていた。

本発明は、このような事情により成されたものであり、3ビーム戻り光対策に優れ、且つ量産性が大きく、精度の高い3ビーム法を用いた光ピックアップ用の半導体レーザ素子を有する半導体レーザ装置及びその製造方法を提供する。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は、3ビーム法を用いる光ピックアップに用いるLDチップを1つ以上含有し、このLDチップをサブマウントを介して金属ステム上にマウントする半導体レーザ装置において、LDチップのレーザビーム出射側面の直下のサブマウント側面をこのレーザビーム出射側面に対して3度以上30度以下の角度となるように傾斜させて配置することを特徴としている。また、このとき使用されるサブマウントは、サブマウント基板をダイシングによりカットして量産することに特徴がある。サブマウント側に3ビーム戻り光が戻ってくると、LDチップが搭載されたサブマウント側面で反射光は光学系に混入しないように反射され、トラッキングエラーを引き起こすような可能性が著しく減少するようになる。

すなわち、本発明の半導体レーザ装置は、メインビーム及びこのメインビームの位置ずれを補正するサブビームを有する3ビームを回折格子によって発生させるレーザビームを出射する半導体レーザチップと、前記半導体レーザチップを支持するサブマウントとを備え、前記サブマウントは、少なくとも1つの側面を有し、その側面の1つは、このサブマウントの平面と実質的に垂直であり、且つ前記半導体レーザチップのレーザビームが出射される側面の直下にあって、この出射側面とは3度以上30度以下の角度で傾斜していることを特徴としている。

【0009】

また、本発明の半導体レーザ装置は、メインビーム及びこのメインビームの位置ずれを補正するサブビームを有する3ビームを回折格子によって発生させるレーザビームをそれぞれ出射する少なくとも2つの発光部を備えた半導体レーザチップと、前記半導体レーザチップを支持するサブマウントとを備え、前記サブマウントは、少なくとも1つの側面を有し、その側面の1つは、このサブマウント

の平面と実質的に垂直であり、且つ前記半導体レーザチップのレーザビームが出射される側面の直下にあって、この出射側面とは3度以上30度以下の角度で傾斜していることを特徴としている。

前記少なくとも2つの発光部は、それぞれ特定の波長のレーザビームを出射するようにしても良い。前記半導体レーザチップは、実質的に矩形もしくは正方形であるようにしても良い。前記半導体レーザチップの厚さは、 $60 \sim 150 \mu\text{m}$ であるようにしても良い。前記サブマウントの平面形状は、実質的に矩形もしくは正方形であるようにしても良い。前記サブマウントの平面形状は、平行四辺形であるようにしても良い。前記平行四辺形の角度の1つは、前記傾斜している角度の補角の $1/2$ であるようにしても良い。

【0010】

本発明の半導体装置の製造方法は、サブマウント基板を用意する工程と、前記サブマウント基板をダイシングすることにより複数のサブマウントを形成する工程と、前記サブマウントを用いて上記の半導体レーザ装置を形成する工程とを備えたことを特徴としている。

前記サブマウントは、線膨張係数 3.5×10^{-6} 以上、 8×10^{-6} 以下であり、且つ熱伝導率が $140 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以上の材料を用いることができる。この材料としては窒化アルミニウム(A1N)、シリコンカーバイト(SiC)、シリコン(Si)を用いることができる。LDチップへの熱応力ストレスが緩和され、且つ良好な高温動作特性を有する半導体レーザ装置が提供される。

半導体レーザ素子は、活性層の上に部分的にリッジ部と平坦部を有するクラッド層を形成し、且つその両側面と薄いクラッド層の上を覆うように電流素子層を設けた構造のものを用いても良い。非点収差が小さく、横モード制御性に優れ、且つ高温動作特性に優れた半導体レーザ装置が提供される。さらにビーム間隔精度が高度に制御され得る二波長半導体レーザ装置が提供される。

【0011】

少なくとも2つの発光部を有する半導体レーザチップに用いられるサブマウントは、ダイシングによって電極分離部が形成されるようにすることができる(図11参照)。また、電極分離部の幅Wを $70 \mu\text{m}$ 以下にすることができる。ダイ

ボンディング位置精度に余裕が生まれ、生産性に富んだ二波長半導体レーザ装置が提供される。

電極分離部をエッチング、リフトオフ、YAGレーザカッティング、メタルマスクによって形成することができる。量産性に優れた二波長半導体レーザ装置に用いられるサブマウントの製造方法が提供される。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して発明の実施の形態を説明する。

まず、図1、図3、図4及び図10を参照して第1の実施例を説明する。

図1は、半導体レーザ装置の斜視図、図3は、図1の半導体レーザ装置を上方からみた平面図、図4は、LDチップの断面図、図10は、サブマウントが切り出されるサブマウント基板の斜視図である。

図1において、LDチップ101は、ジャンクションダウンでサブマウント102にマウントされている。そのためLDチップ101の発光点の接合温度上昇が低減され、CD-ROM使用時に予想される70~75°C程度のケース温度Tcにおいても十分なレーザ動作が行えるようになっている。また、サブマウント102は、システム108にマウントされている。

【0013】

サブマウント102は、LDチップ101のレーザビーム出射側面直下の側面が、このレーザビーム出射側面に対して角度θだけ傾いた傾斜面111として配置されている。角度θは、コリメータレンズのNAに応じて、3度以上30度以下に設定されている。このような構造と角度設定によって、サブマウント102の前記側面、すなわち、傾斜面111に入射する3ビーム戻り光106は、3ビーム戻り光反射光となり、入射方向に対して角度2θ傾いた方向に反射される。NA=0.1のコリメータレンズ(図6参照)の場合、θ=3度以上であれば、レーザビーム出射側面に垂直な戻り光の反射光107は、コリメータレンズに入射せず、トラッキングエラーに影響を与える雑音源とはならない。

なお、実際の光学系では、必ずしも3ビーム戻り光がLDチップのレーザビーム出射側面に対して垂直であるとは限らない。また、コリメータレンズとシステム

との取付相対位置のばらつき、コリメータレンズと回折格子との取付相対位置のばらつきのため、入射角はより大きい値となりうる。しかし、LDチップ光出力と光学系との結合効率が実用的なレベルに達するように位置合わせを行った場合、3ビーム戻り光の入射角は大きくともコリメータレンズの見込み角の2倍程と考えられ、これを考慮しても、サブマウント側面（傾斜面）の傾斜角 θ の角度を30度とすれば十分に効果がある。また、サブマウント側面の反射率が数%と小さい場合には、さらに傾斜角を小さくでき、傾斜角は3度以上15度以下でも十分な効果が認められる。

【0014】

図3は、この半導体レーザ装置を上方からみた平面図である。この実施例ではステム108は、ほぼ正方形もしくは長方形であり、サブマウント102は、平行四辺形であり、LDチップ101は、長方形である。LDチップ101とステム108とは、対向する各辺がほぼ平行である。また、LDチップ101とサブマウント102とは2辺が平行であり、他の2辺が角度 θ だけ傾いている。つまり、サブマウント102は、LDチップ101のレーザビーム出射側面直下の側面が、このレーザビーム出射側面に対して角度 θ だけ傾いた傾斜面111として配置されており、この角度 θ がLDチップ101の平行四辺形の傾斜角と同じになっている。勿論、本発明ではこの角度 θ を平行四辺形の傾斜角に等しくする必要はなく、LDチップのサブマウント上の位置を適正に調整すれば良い。

従来、LDチップは、そのレーザビーム出射側面をサブマウントに幾分突出するように配置してレーザビームの干渉を防がれていた。本発明の場合でも、レーザビーム出射側面の一端はサブマウント側面に接しているが、他端はサブマウント側面と離隔しているのでその干渉効果は防がれている。

【0015】

サブマウント102は、上面に素子用電極110が形成され、下面に下部電極104が形成され、ステム108に半田105によって接合されている。サブマウント102の傾斜面111は、隣接する側面である隣接面109とは $(\theta + 90)$ 度の角度を有している。

サブマウント基板材料は、LDチップの基板材料と近接した線膨張係数を有

し、且つ良好な熱伝導係数を有し、加工が容易であるものが望ましい。図4に示すようなCD用AlGaAsMQWレーザの場合、基板材料はGaAsであり、その線膨張係数は 6.4×10^{-6} である。これと近接する線膨張係数 3.5×10^{-6} 以上、 8×10^{-6} 以下の特性を有し、且つ $140\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以上の良好な熱伝導率を有する材料として、例えば、表1に示す窒化アルミニウム(AlN)、シリコンカーバイド(SiC)、シリコン(Si)などが挙げられる。

【0016】

【表1】

材質	線膨脹係数 ($\times 10^{-6}\text{K}$)	熱伝導率 ($\text{W}/\text{m}\cdot\text{k}$)
AlN	4.5	200以上
SiC	3.7	210
Si	4.2	151
Cu	16.5	395
Fe	11.8	72

【0017】

サブマウント材料は、それぞれGaAsと同じ桁数の線膨張係数を有しており、システム材料として用いられる銅(Cu)、鉄(Fe)など非常に大きな線膨張係数を有する材料にLDチップを直接ダイボンディングする場合に比べ、熱応力を格段に緩和することができる。

サブマウントの下部電極、素子用電極材料として、例えば、チタン(Ti)/金(Au)をそれぞれ10nmから数10nmの厚さに形成した多層構造、この多層膜構造のTiとAuの間にバリアメタルである白金(Pt)を加え、Ti/Pt/Auを含む多層構造が考えられる。この構成によって、レーザ素子のボンディングに用いられるAuSn半田(図4に示す半田411)による半田付けが容易になる。また、これらの多層膜は、マグネットロン・スパッタリングなど量産

に適した製造方法で形成できる。蒸着等で作製する場合には付着強度を強めるため、前記構成に対してシステムとTiとの間にクロム(Cr)を加え、クロム(Cr)/チタン(Ti)/金(Au)の構成にすることが望ましい。素子用電極も下部電極と同様に形成される。

【0018】

個々のサブマウント形成は、図10に示すように、一括ダイシングによって形成することが可能である。例えば、サブマウント傾斜角θを10度としたい場合には、一般に使われているブレードによって、サブマウント基板1001を第1のダイシングライン1003に沿って所定のサブマウント幅に平行に切削した後、第2のダイシングライン1003に沿って、これと直角をなす方向から10度(°)傾けて平行に切削を行えばよい。図9に示すような、従来の3ビーム対策用サブマウントに比べ、煩雑なブレード深さ、位置調整が不要になり、格段に量産性に優れている。

また、サブマウントを金属製システム上にダイボンディングする際に、LDチップのレーザビーム出射側面下のサブマウント側面を位置合わせピンに突き当てて位置合わせを行う場合、レーザビーム方向からサブマウントの傾斜角分だけピンを傾けて突き当てればよく、従来サブマウントのダイボンディング装置をもちいることが可能である点も生産性の大きなメリットになる。

【0019】

半導体レーザ用サブマウントは、Au/Ni等をめっきしたCuあるいはFeからなるシステムに重量比80:20のAuSn半田で半田付けされることが多い。LDチップをサブマウントにダイボンディングし、次にシステムにダイボンディングする場合には、下部電極のみ形成されたサブマウントとシステムの間にAuSn半田ペレットをその都度供給してLDチップとサブマウントの合体物をシステムにダイボンディングする。まずサブマウントをシステムに半田付けし、次にLDチップをサブマウントにダイボンディングする場合には、AuSn半田ペレットをその都度供給するのではなく、図1に示すように、下部電極の上に一定膜厚の重量比80:20のAuSn半田を蒸着しておくと、半田付けに寄与する半田量が一定になるため、ダイボンディングの生産量が格段に向上する。半田厚は薄すぎ

るとダイボンディングがしにくくなり、厚くなりすぎると回りにしみだしてLDチップ接合面のショートなどの原因になる。このため、厚さ80nm～5μmの範囲で、ダイボンディング条件に合わせて膜厚を設定する。

【0020】

図4に示すLDチップは、上記サブマウントにダイボンディングされるLDチップの一例である。図は、LDチップのレーザビーム出射側面の構造を示す断面図である。LDチップは、n側電極401が形成され、n側電極401とは反対の面に積層形成された半導体層を有するn-GaAs基板402から構成されている。n-GaAs基板402上には、ほぼ中央に発光部412を有するAl_xGa(1-x)As/A1zGa(1-z)AsからなるMQW活性層405の両側にMQW活性層405を挟んでA1zGa(1-Z)Asからなるガイド層404、406が形成されている。MQW活性層405とガイド層404、406は、n-Al_yGa(1-y)Asからなるクラッド層403、407に挟まれている。クラッド層407の上にはn-GaAs電流阻止層408及びp-GaAsコンタクト層409が順次積層されている。発光部412の直下近傍には電流阻止層408が形成されておらず、クラッド層407とコンタクト層409が直接接してリッジ部421を構成している。クラッド層407の発光部412以外の部分は、平坦部422になっている。葬コンタクト層409上にはp側電極410が形成され、その上にAuSn半田411が形成されている。

【0021】

このLDチップは、AlGaAs MQW活性層、クラッド層を有しており、かつPクラッド層を部分的にリッジ型と薄い平坦部を有する構造に形成し、リッジ両側面と薄いPクラッド層の上をn-GaAs電流阻止層で覆っている。これはSBR構造（Selective Buried Ridge Structure）と呼ばれ、横モード制御性が良好であるため非点収差が小さく、且つ低電流で駆動できるため高温動作が可能となる構造である。図1の構造のサブマウントと組み合わせることにより、低雑音で高温動作が可能な光ピックアップ用半導体レーザ装置が提供できる。

図4のLDチップのP電極として、オーミックコンタクト材として良好な特性

を有する金亜鉛（AuZn）層をp-GaAsコンタクト層直上に形成し、その上にバリアメタルであるモリブデン層（Mo）あるいはPt層を設けた上で、最上層にAu層を形成する。形成には膜厚制御性に優れた電子ビーム蒸着装置を用いる。また、p-GaAs層に十分な濃度のアクセプタが形成されている場合には、Tiをp-GaAs層直上に形成した上でMo、Ptなどのバリアメタル層をその上に設け、その上で、最上層にAu層を形成する。この構成を用いると、AuZnを用いた電極の場合不可欠なアニール工程が不要となり、工程削減が可能になる。

【0022】

p側電極の上には、重量比80:20、厚さ80nm～5μmの範囲のAuSn半田膜が蒸着されており、ジャンクションダウンでLDチップをサブマウントにダイボンディングする場合、生産性に優れた構造となっている。

図7の説明で述べたように、3ビーム戻り光はチップの出射側面側にも戻ってくる。ジャンクションダウンでマウントしている場合、この対策として、図1におけるLDチップの厚さTは、レーザビームと3ビーム戻り光との間隔dより小さくすればよい。光学系の設計によってdは変化するが、厚さTを60μm～150μmの間で設定する。p側電極形成を行った後、バーへき開、チップへき開を容易にするため、n-GaAs基板を研磨してウェハを薄くする。この研磨工程において所要の厚さTとなるように設定する。

本実施例では、SBR構造を有するLDチップを用いているが、本文から明らかなように、ジャンクションダウンでサブマウントにダイボンディングされるCD用光ピックアップに用いられる全ての構造のLDチップに本発明が適用することが可能である。

【0023】

次に、図2、図5及び図11を参照して第2の実施例を説明する。

図2は、半導体レーザ装置の斜視図、図5は、LDチップのレーザビーム出射側面を示す断面図、図11は、サブマウントが切り出されるサブマウント基板の切削方法を説明する斜視図である。

図2は、本発明を適用した光ディスク用二波長レーザ装置である。このレーザ

は、CD用に波長780nm帯のレーザビーム212を発振するレーザ素子とDVD用に波長650nm帯のレーザビーム211を発振するレーザ素子をLDチップ201を構成する同一基板上に活性層のストライブ構造が互いに平行となるようモノリシックに形成したものであり、CD/DVD双方の光ディスクを読み取る光ピックアップに好適なレーザ素子である。

従来CD/DVD両用の光ピックアップでは、CD用光ピックアップのための780nm帯で発振するレーザ装置とDVD用光ピックアップのための650nm帯で発振するレーザ装置をそれぞれ個別に光学的な位置調整を行って取付けていた。これに対し、図5に示すような二波長レーザ素子を用いれば、同じパッケージに組み込むことが可能であり、且つ活性層ストライブがモノリシックに形成されていることから、ビーム間隔を高精度に維持することが可能となるため、光ピックアップの光学素子を削減し、且つ各部品の位置調整作業を大幅に削減できる。これにより光ピックアップの生産性コストを削減することが可能となる。

【0024】

図2の780nmレーザビームと650nmレーザビームにそれぞれ対応する図5の780nm活性層512と650nm活性層513は、それぞれ独立に電流を流して発振可能であることが必要である。このため、それぞれの活性層512、513、pクラッド層504、p側電極509、半田510などのそれぞれの層は電気的に分離されている。

二波長レーザ素子はジャンクションダウンでダイボンディングされる。このため、図2のサブマウント200では、素子用電極として、それぞれのp側電極に対応し、電気的に分離された2つあるいはそれ以上の二波長素子電極202が形成されている。

【0025】

このようなサブマウント形式には、図11に示すような切削による方法が考えられる。まず、図10と同じような構造であり、サブマウントが切り出されるサブマウント基板1102を幅の狭い電極分離用ブレード1104によって浅い切削を行い、素子電極用の一部を除去して二波長素子用電極202に電極分離部203を形成し、幅の広いサブマウント分離用ブレード1105によってサブマウ

ントを切り出す。二波長レーザの780 nmレーザビームと650 nmレーザビームとの間隔は、100 μmから200 μmの間であることが要求されており、LDチップのダイボンディング位置のばらつきを勘案すると、電極分離部203の幅Wは、70 μm以下であることが望ましい（図2参照）。したがって、電極分離用ブレード1105の幅Hは、50 μm以下であることが望ましい。本発明によれば、電極分離部の形成、ならびにレーザビーム方向に略平行な方向の側面の形成、傾斜角θの側面（傾斜面）の形成のための側面の形成すべてがダイシングによって行われ、且つそれぞれの形成に関するブレード位置や深さの調整が比較的容易なものであるため量産性に優れている。

【0026】

サブマウントの電極分離部203（図2）の形成に関しては、切削以外の方法も考えられる。例えば、フォトリソグラフィーを用い、電極分離部分以外の部分をマスクした選択エッチングによる方法、同じく、フォトリソグラフィーによる電極部分のリフトオフによる方法、YAGレーザ等を用いたレーザカッティング、メタルマスクを用い、選択的に二波長素子用電極を形成する方法などが考えられ、それぞれ得失がある。電極分離部の幅W、電極のばりの大きさなど、所要の設計に応じて、それぞれの方法が選択される。

【0027】

図5に示すLDチップでは、780 nm活性層512は、AlGaAsバルク活性層、650 nm活性層513は、InGaAlPMQW活性層であり、それぞれ共通の組成のInGaAlPクラッド層503、504を有している。このクラッド層503、504は、裏面にn側電極501を形成しているn-GaAs基板502の上に形成されている。さらに、pクラッド層504をリッジ型に形成し、リッジ両側面と薄いPクラッド層504の上を共通のn-GaAs電流阻止層506で覆った形となっている。この様な構造により、横モード制御性が良好であり、非点収差が小さく、かつ低電流で駆動できるため高温動作が可能となるSBR構造が形成される。pクラッド層504の上にはInGaPからなるエッチングストップ層505が形成されている。電流阻止層506の挟まれた狭いpクラッド層504の上にp-InGaPからなる通電層507が形成されて

いる。電流阻止層506と通電層507の上にはp-GaAsからなるコンタクト層508が形成されている。コンタクト層508上には素子ごとに分離されたp側電極509が形成されている。p側電極509の上にはAuSn半田510がマウント用に形成されている。

【0028】

このように、図5の半導体レーザ素子を図2の構造のサブマウントと組み合わせることにより、低雑音で高温動作が可能な光リピックアップ用の半導体レーザ装置が得られる。また、波長の異なる両素子が同時に形成することが可能となり、それぞれのビーム間隔を高精度に制御することができる。このため、本発明によるサブマウントの電極分離部の幅、あるいはダイボンディングの位置精度の交差に余裕ができ、量産性に優れた二波長半導体レーザ装置が提供できる。

図5のLDチップのp側電極509として、オーミックコンタクト材として良好な特性を有する金亜鉛(AuZn)層をp-GaAsコンタクト層508の直上に形成し、その上にバリアメタルであるモリブデン層(Mo)又は白金(Pt)層を設けた上で、最上層にAu層を形成する。形成には膜厚制御性に優れた電子ビーム蒸着装置を用いる。また、p-GaAsコンタクト層に十分な濃度のアクセプタが形成されている場合には、Tiをp-GaAsコンタクト層直上に形成した上で、Mo、Ptなどのバリアメタル層をその上に設け、その上で最上層にAu層を形成する。この構成を用いると、AuZnを用いた電極の場合不可欠なアニール工程が不要となり工程が削減できる。

【0029】

p側電極の上には、重量比80:20、厚さ80nm~5μmの範囲のAuSn半田層509が蒸着されており、ジャンクションダウンでLDチップをサブマウントにダイボンディングする場合には生産性に優れた構造となっている。半田、p側電極とそれぞれの素子の分離は、半田を蒸着した後、フォトリソグラフィーを用いたエッティングによる除去によって行われる。このエッティングプロセスに必要なフォトリソグラフィー工程は1回のみで済むという特徴があり、それぞれの幅の制御が高精度に行えるため、本発明のサブマウントへのダイボンディング位置精度に余裕ができ、いずれの点でも、量産性に優れた製造方法といえる。

図7の説明で述べたように、3ビーム戻り光はチップ端面側にも戻ってくる。ジャンクションダウンでマウントしている場合、この対策として、図2におけるLDチップの厚さTは、レーザビームと3ビーム戻り光との間隔dより小さくすれば良い。光学系の設計によってdは変化するが、厚さTを $60\text{ }\mu\text{m}\sim150\text{ }\mu\text{m}$ の間で設定する。p側電極形成を行った後、バーへき開、チップへき開を容易にするため、n-GaAs基板を研磨してウェハを薄くする。この研磨工程において所要の厚さTとなるよう設定する。

【0030】

なお、本実施例では、SBR構造を有する二波長LDチップを用いているが、ジャンクションダウンでサブマウントにダイボンディングされるモノリシックな二波長レーザ全てに本発明が適用することが可能であることは明らかである。

次に、図12を参照して本発明に用いられるサブマウントの形状及び配置について説明する。

第1及び第2の実施例ではサブマウントの平面形状が、本発明は、このような形状に限定されるものではない。本発明のサブマウントは、半導体レーザチップのレーザビームが出射される側面の直下にあって、この出射側面とは所定の角度で傾斜している側面を有していることに特徴がある。つまり、この傾斜している側面が出射側面に直下にあれば良い。したがって、図12(a)に示されているようにステム1208上のサブマウント1202は、1辺のみ垂直に対して角度θだけ傾斜させれば良い。また、図12(b)に示すように正方形もしくは長方形であっても良い。そして、ステム1208上のLDチップ1201とサブマウント1202との位置関係で、LDチップの出射側面に対してサブマウント側面が傾斜していれば良い。

本発明は、以上に示す実施例以外にも様々な変形例が含まれる。

【0031】

【発明の効果】

本発明は、以上のような構成により、CD用光ピックアップなどの3ビーム法を用いた光ピックアップに適合し、且つ量産性に優れた半導体レーザ装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の半導体レーザ装置の概略斜視図。

【図2】

本発明の半導体レーザ装置の概略斜視図。

【図3】

図1の半導体レーザ装置を上方からみた平面図。

【図4】

本発明の半導体レーザ装置に用いる半導体レーザ素子の断面図。

【図5】

本発明の半導体レーザ装置に用いる半導体レーザ素子の断面図。

【図6】

本発明及び従来の3ビーム法を用いる光ピックアップ用半導体レーザ装置の概念図。

【図7】

3ビーム光学系戻り光を説明する概念図。

【図8】

従来の3ビーム戻り光対策を説明する半導体レーザ装置の斜視図。

【図9】

従来の3ビーム戻り光対策を有するサブマウントの製造方法を説明するサブマウント基板の断面図。

【図10】

本発明の3ビーム戻り光対策を有するサブマウントの製造方法を説明するサブマウント基板の斜視図。

【図11】

本発明の3ビーム戻り光対策を有するサブマウントの製造方法を説明するサブマウント基板の断面図。

【図12】

本発明の半導体レーザ装置の平面図。

【符号の説明】

- 101、201、701、1201・・・チップ、
 102、200、704、801、904、1202、1203・・・サブマウント、
 103、211、212、601、703・・・レーザビーム、
 104、204、1101・・・下部電極、
 105、205、411、510・・・半田、
 106、705・・・3ビーム戻り光、
 107、707・・・3ビーム戻り光反射光、
 108、1208・・・ステム、109、207・・・隣接面、
 110、202・・・素子用電極、111、206・・・傾斜面、
 202・・・二波長素子用電極、203・・・電極分離部、
 401、501・・・n側電極、402、502・・・n-GaAs基板、
 403、407、503、504・・・クラッド層、
 404、406・・・ガイド層、405、512、513・・・活性層、
 408、506・・・電流阻止層、409、508・・・コンタクト層、
 410、509・・・p側電極、412、520・・・発光部、
 421・・・リッジ部、422・・・平坦部、
 505・・・エッチングストップ層、507・・・通電層、
 602・・・回折格子、603・・・コリメータレンズ、
 604・・・ハーフミラー、605・・・対物レンズ、
 606・・・メインビーム、607、608・・・サブビーム、
 609・・・トラック、610・・・光ディスク、
 611・・・パターン化された受光PD、702・・・発光点、
 802・・・サブマウント上面、808・・・レーザビーム出射側面、
 901・・・V字型ブレード、
 902、1001、1102・・・サブマウント基板、
 903・・・ブレード、1002・・・第2のダイシングライン、
 1003・・・第1のダイシングライン、

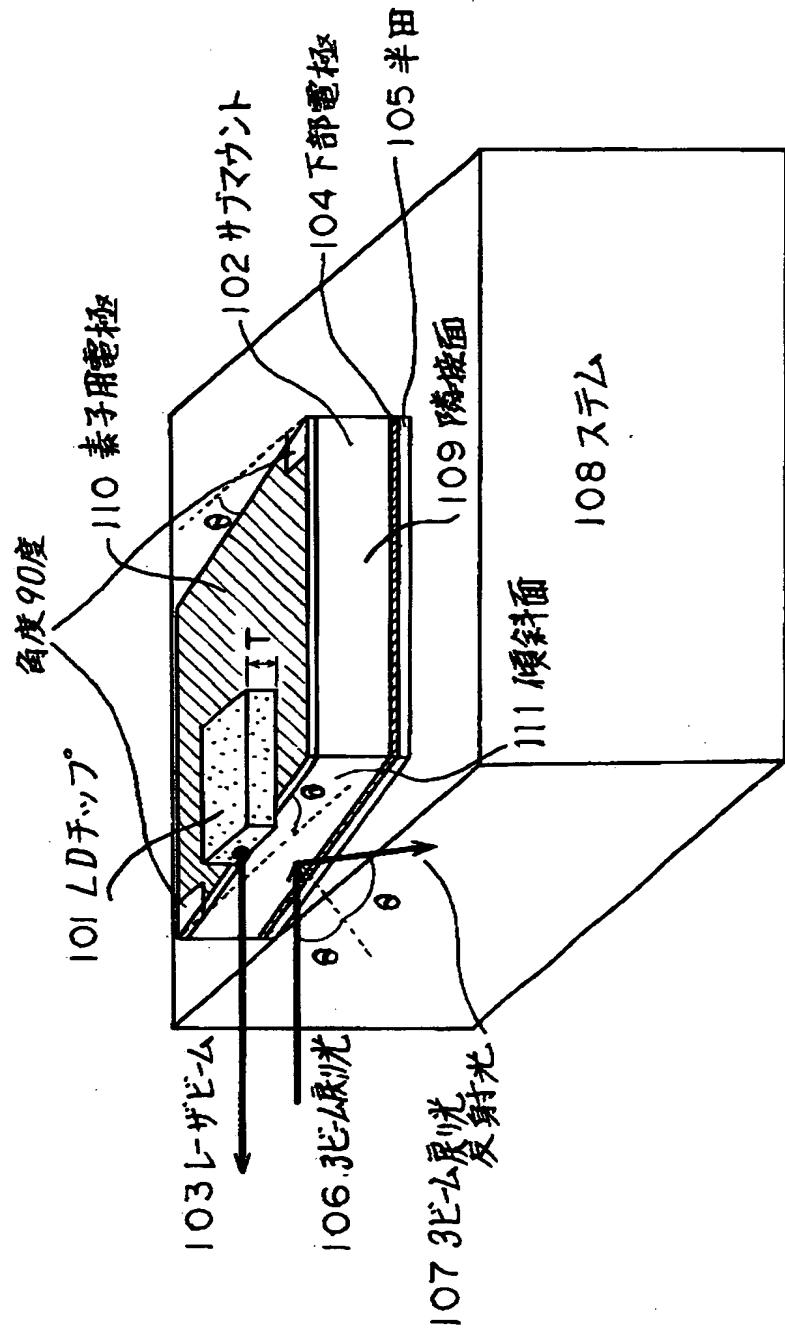
1104 . . . 電極分離用ブレード、

1105 . . . サブマウント分離用ブレード。

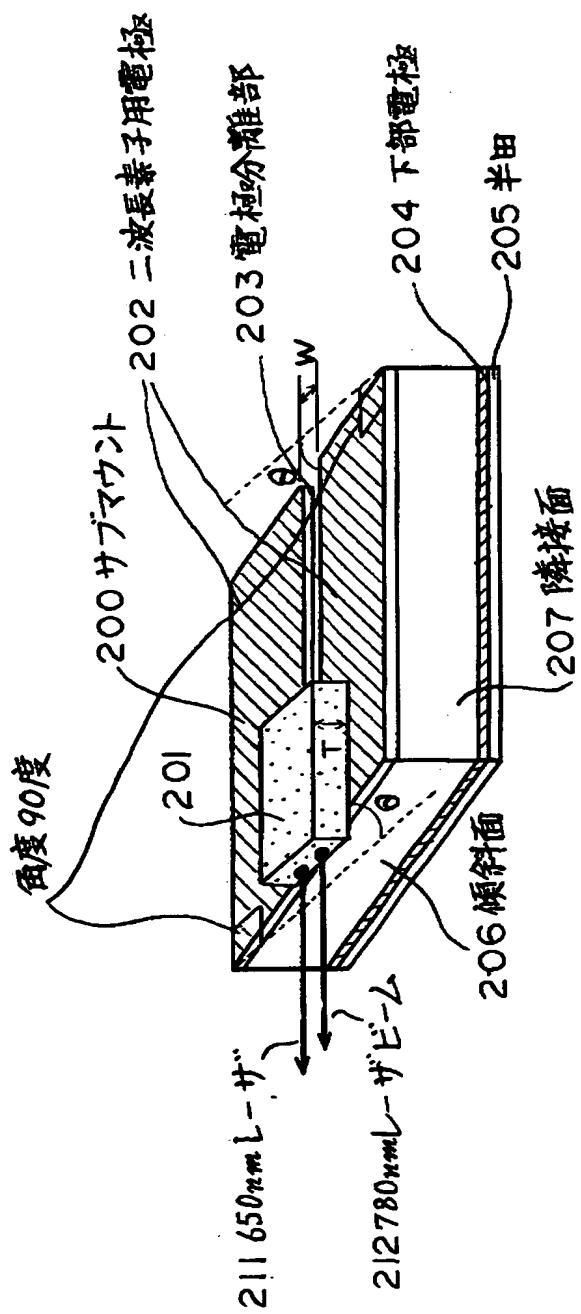
【書類名】

図面

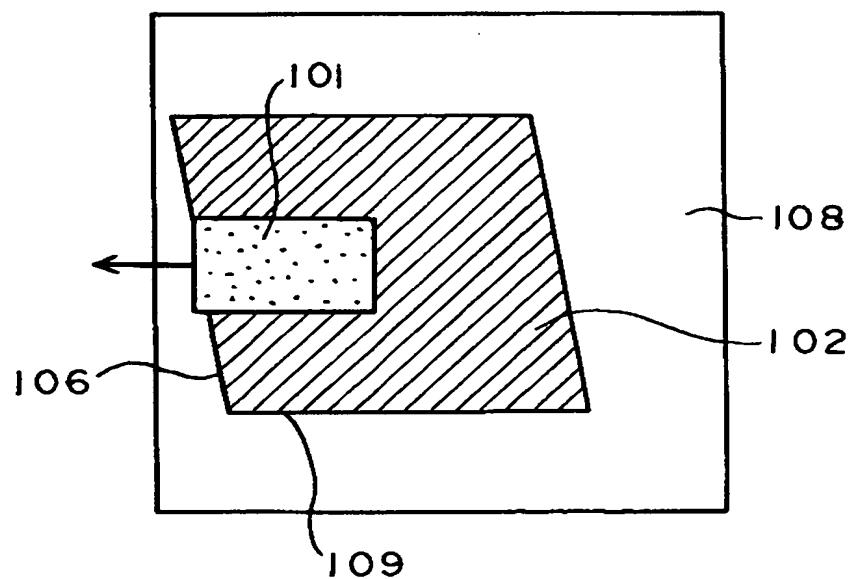
【図1】



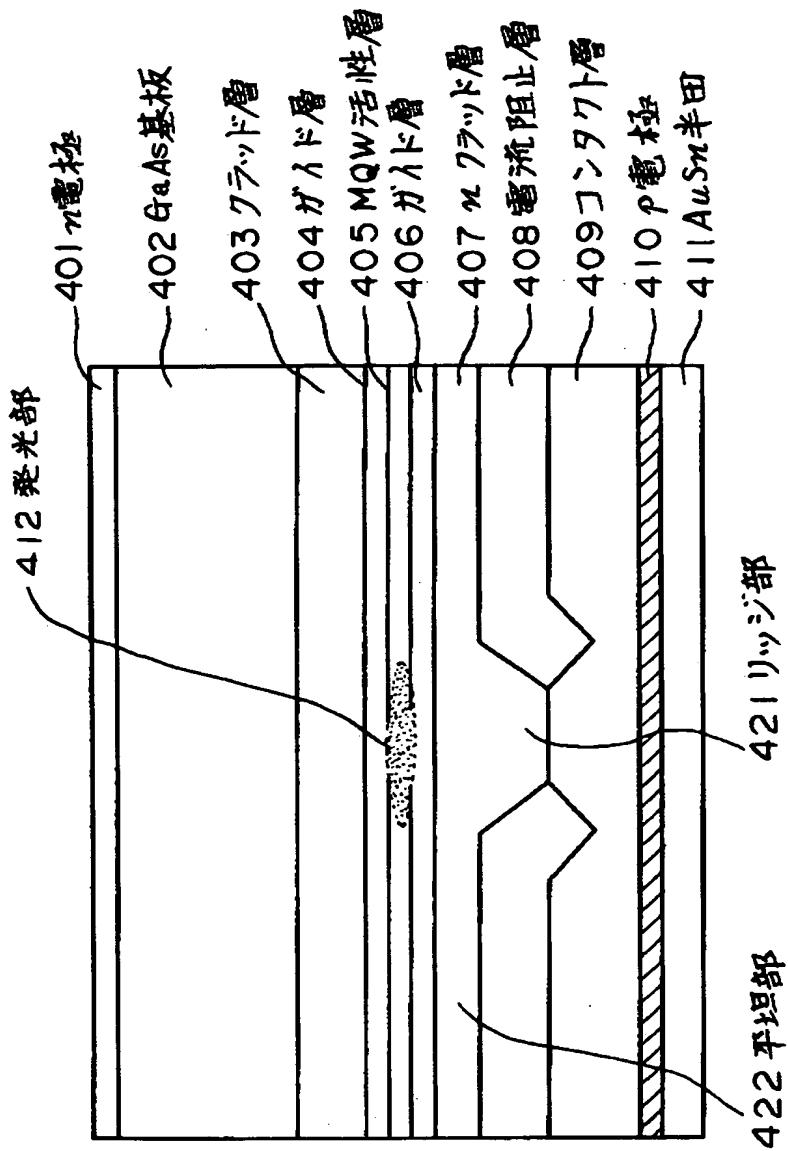
【図2】



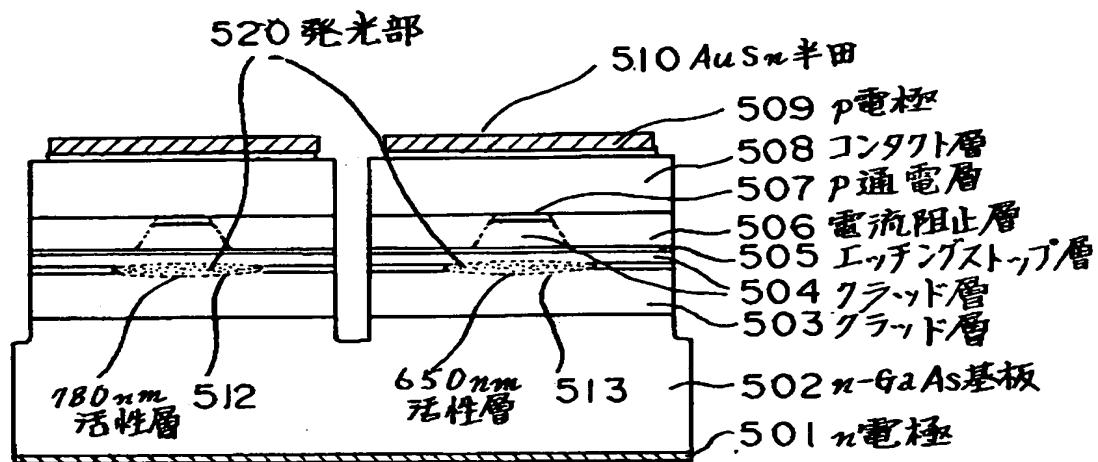
【図3】



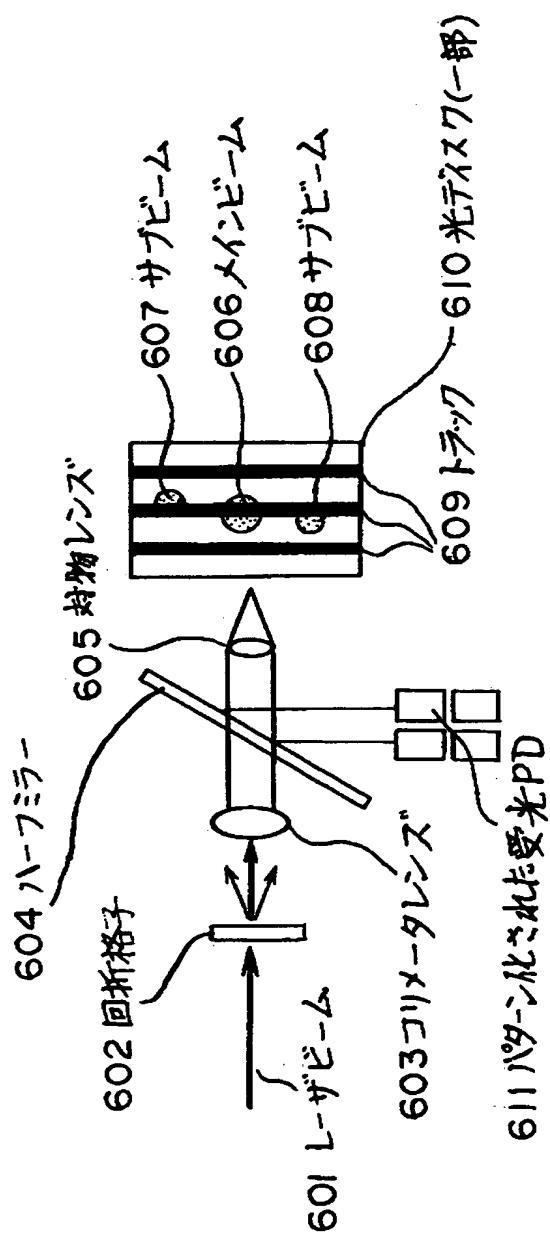
【図4】



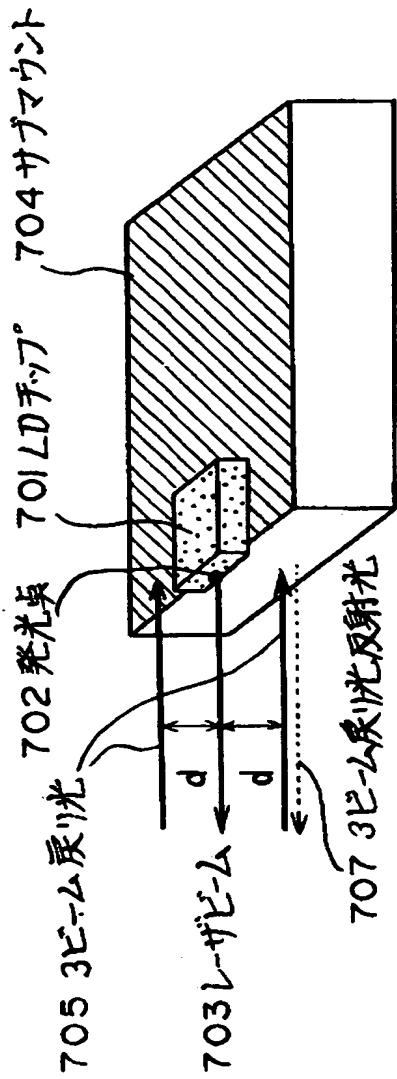
【図5】



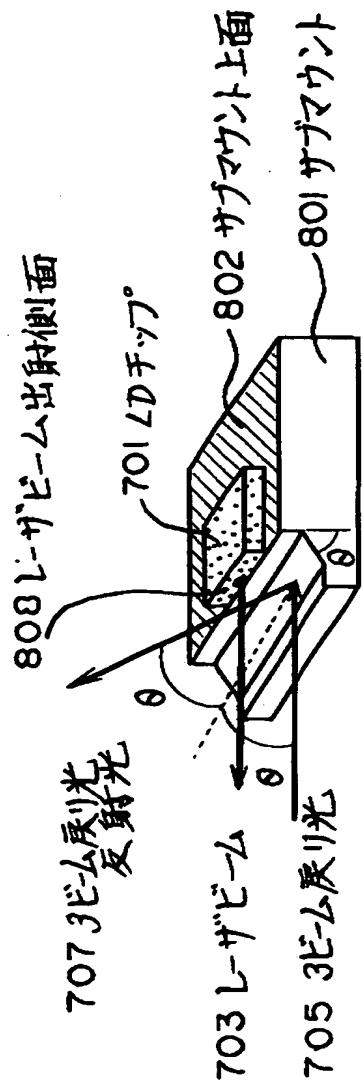
【図6】



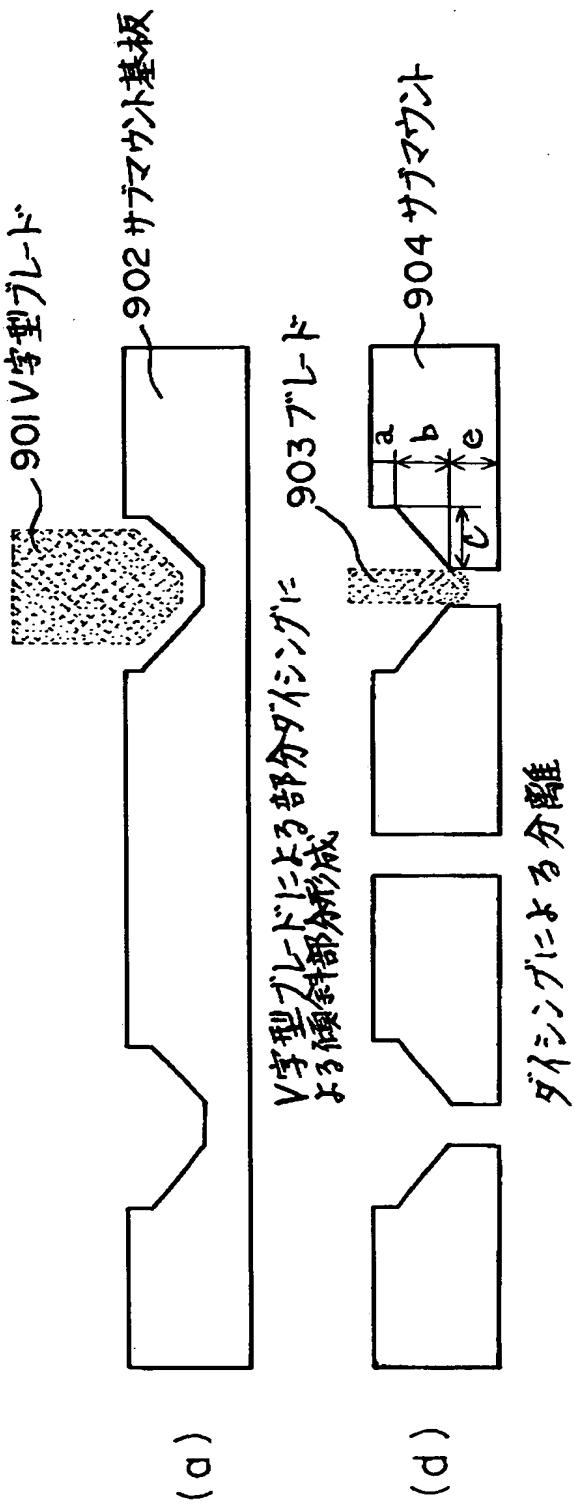
【図7】



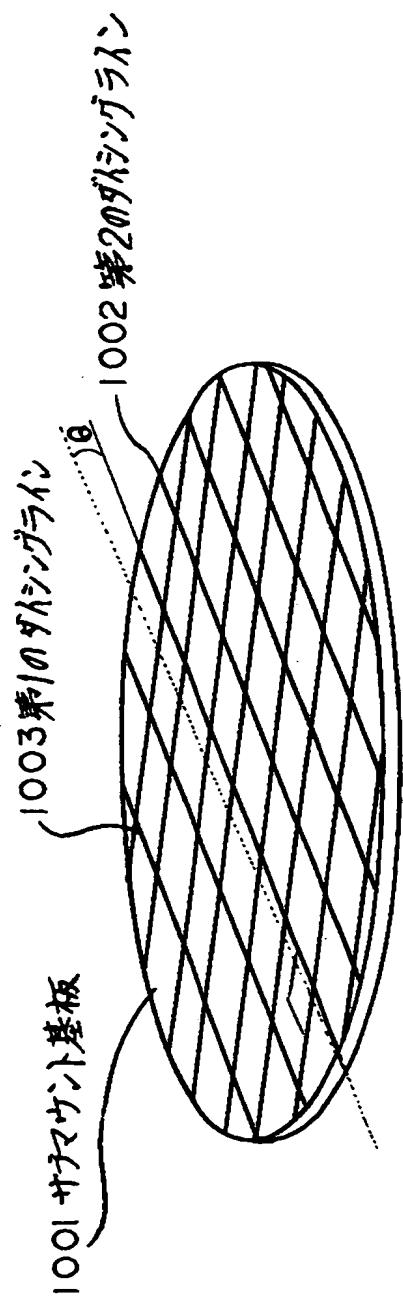
【図8】



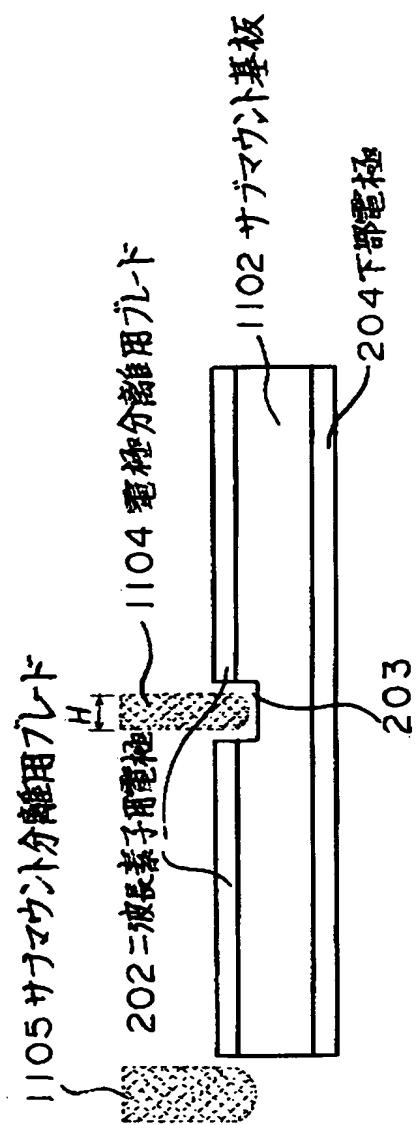
【図9】



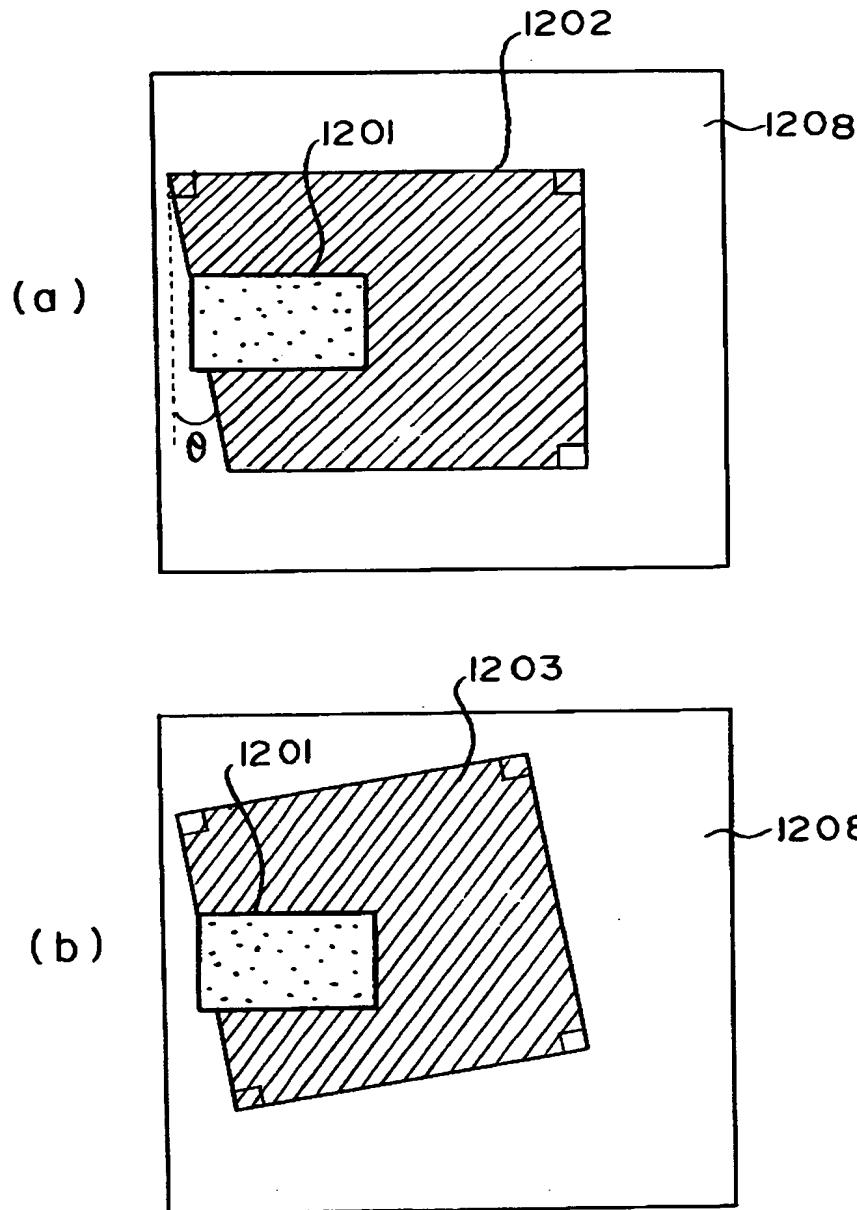
【図10】



【図11】



【図12】



【書類名】

要約書

【要約】

【課題】 3ビーム戻り光対策に優れ、且つ量産性が大きく、精度の高い3ビーム法を用いた光ピックアップ用の半導体レーザ素子を有する半導体レーザ装置及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 3ビーム法を用いる光ピックアップに用いるLDチップ101を1つ以上含有し、このLDチップをサブマウント102を介して金属システム108上にマウントする半導体レーザ装置において、LDチップのレーザビーム出射側面の直下のサブマウント側面をこのレーザビーム出射側面に対して3度以上30度以下の角度 θ となるように傾斜（傾斜面111）させて配置する。また、このとき使用されるサブマウントは、サブマウント基板をダイシングによりカットして量産する。サブマウント側に3ビーム戻り光が戻ってくると、LDチップが搭載されたサブマウント側面で反射光は光学系に混入しないように反射され、トランкиングエラーを引き起こすような可能性が著しく減少する。

【選択図】

図1

出願人履歴情報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日 1990年 8月22日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

氏 名 株式会社東芝

出願人履歴情報

識別番号 [000221339]

1. 変更年月日 1992年 5月 22日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市川崎区日進町7番地1
氏 名 東芝電子エンジニアリング株式会社

2. 変更年月日 2000年 12月 4日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地
氏 名 東芝電子エンジニアリング株式会社